

解説

航空機騒音測定で用いる測定器の基本と保守管理*

大島 俊也(航空環境研究センター 主任研究員)

航空機騒音に係る環境基準¹⁾に準じた測定は原則として連続7日間行い、騒音レベルの最大値が暗騒音より10 dB以上大きい航空機騒音について、単発騒音暴露レベル(L_{AE})を計測し、夕方と夜間の補正をしたうえで1日分のデータをエネルギー平均した時間帯補正等価騒音レベル(L_{den})を基本評価量として算出する。

航空機騒音測定・評価マニュアル²⁾による航空機騒音の測定には、計量法第71条の条件に合格し、JIS C 1509-1³⁾の仕様に適合する騒音計(サウンドレベルメータ)を使用することとなっている。

航空機騒音の測定に用いられる典型的な計測器を図1に示す。騒音計は、航空機騒音の測定を行う際に必須の計測器である。騒音計は三脚に取り付ける。数日にわたる長期間の測定では風雨を避けるため騒音計の本体はボックスの中にバッテリー等とともに収納し、本体からマイクロホン延長コードで三脚の先端に取り付けたマイクロホンに接続し、全天候型のウインドスクリーンを装着することもある。また、データの精度を担保するため測定の前で音響校正器による校正を行う。今日、騒音計は本体内部またはSDカードに大きなデータ保存容量を持ち、騒音レベルの数値データとともに長時間のWAV波形データも保存できる(録音できる)。



図1 航空機騒音の測定に用いる典型的な計測器

本稿では、まず騒音測定の基本となる騒音計の基本構造の概略を説明する。続いて、騒音計内部の機構がマイクロホンで捉えられた音をどのように騒音レベルに変換しているのかを、具体的な騒音に対する試算例を示しながらその意味と導出方法を解説する。次に、 L_{den} の導出の基本となる単発騒音暴露レベル L_{AE} の算出についても具体的な実例を示して説明する。また、一部の騒音計のオプションとして搭載される周波数分析機能についてもその算出の考え方と具体的な算出例を示す。最後に、騒音計で計測される騒音レベルの値を校正するための音響校正器について解説するとともに、測定精度を担保するための校正と保守点検についての注意点についても言及する。

1. 音から騒音レベルへの変換

1.1 音とは何か?

「音」は空気の振動である。太鼓を思い浮かべるとわかりやすいが、太鼓を叩くと振動する面が前面の空気を押したり引いたりする。そのたびに空気の粒子は密になったり逆に疎になったりを繰り返す。この空気粒子の疎密が圧力の変化を生み、これが音圧となって遠方に伝搬する。音源の近くではこの圧力変化は球面的に広がるが、航空機騒音のように遠方から伝わってくる場合には平面的な伝わりに近似できる。球面波では、音のエネルギーは音圧と空気の粒子速度も関係して複雑であるが、平面波の音のエネルギーは音圧のみの測定で求めることができ、人に対する騒音暴露量を把握できる。航空機騒音の測定で用いられる騒音計の基本は、この「音圧」を正確に測定することである。

* Basics and maintenance of measuring instruments used for aircraft noise measurements



図2 騒音計の基本的な構成

1.2 騒音計の基本的な構成

音圧から騒音レベルへの変換方法を具体的に説明する前に、騒音計の基本的な構成を概観する。図2は騒音計の構成の概略を示したものである。各部の説明はこの後述べるが、全体の構成は、①音圧のセンサーであるマイクホン、及びマイクホンの信号を増幅するプリアンプ、②人の聴覚に合わせるための周波数補正回路、③音圧波形を人の目で読み取り易いレベル波形に変換するための時定数回路、④騒音レベルを表示するための表示器となっている。これらの構成は騒音計がアナログ回路で設計されていた時代のイメージであるが、近年はデジタル信号処理の発達により騒音計の内部もデジタル化されているのが通例である。その場合、マイクホンから入力された音圧信号は、まずAD変換器(アナログデジタル変換器)によりデジタル信号に変換され、それ以降の処理はデジタル信号処理によって、アナログ回路で設計された騒音計と同様な処理がなされる。

1.3 マイクホンの構造

騒音計のセンサー部であるマイクホンはコンデンサ型と呼ばれるタイプが用いられる。図3に騒音計のマイクホンの構造の概略を示す。

振動膜と背極がコンデンサを形成し、音圧信号により振動膜が振動するとコンデンサの電荷が変化して電気信号に変換される。背極には半永久的に電荷を蓄えるエレクトレット素材が使用されることが多く、そのメリットは電源を必要としないことである。振動膜は一定の張力を掛けて取

り付けられている。普通騒音計と比べて精密騒音計の振動膜の方がより張力を掛けて取り付けられており周波数特性が高域まで伸びて高い周波数まで精度良く測定ができる。

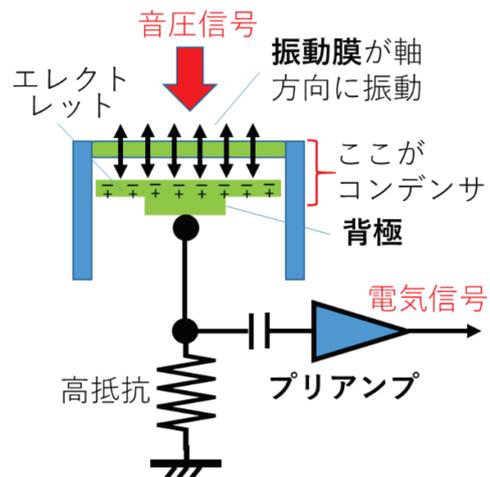


図3 騒音計のマイクホンの構造

1.4 周波数重み付け特性(A特性)

人が感じる音の大きさと物理的な音圧レベルが一致しない事実(低い周波数では音圧レベルが大きくても人の耳は鈍感で大きく感じにくいなど)は古くから知られており、音の大きさ(ラウドネス)に関する研究は1920年代に始まった。図4は「等ラウドネス曲線」と呼ばれる周波数が異なる純音の間でラウドネス(音の大きさ)が等しくなる音圧レベルを結んだ曲線である。人の音の大きさ感覚の特性を表現するものと考えられる。ここで注目すべきは等ラウドネス曲線の上下方向の間隔が周波数によって異なることである。騒音

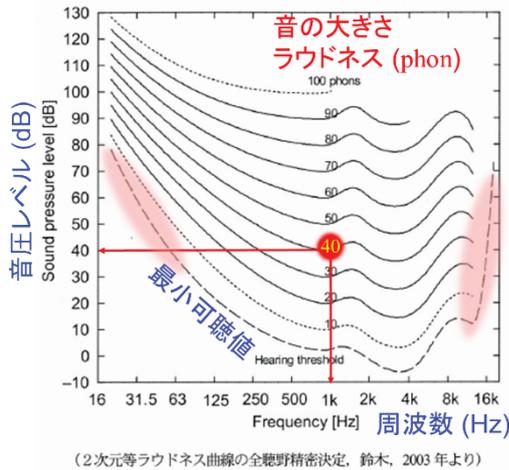


図4 等ラウドネス曲線

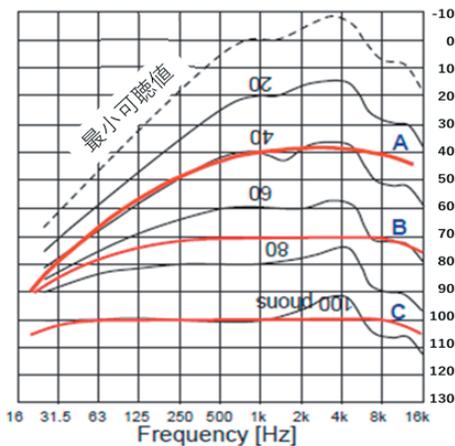


図5 等ラウドネス特性の上下反転とA,B,C特性の関係

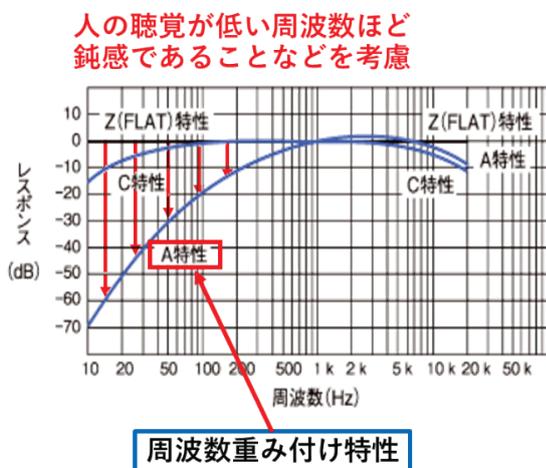


図6 航空機騒音測定で用いられるA特性と平坦はZ特性の関係

計の校正信号にも用いられる1 kHzでは、音圧レベル10 dBの差が音の大きさ10 phoneに対応するが、たとえば、周波数の低い31.5 Hzの音では10 dBの違いが20 phone程度となり、音圧レベルの少しの変化がより音の大きさに影響することになる。なお、図中ピンクで網掛けした部分は個人差が大きい領域である。周波数重み付け特性Aは、図5に示すように1930年代に発表された等ラウドネス曲線の40 phoneの曲線を上下逆さまにしたものに近くなるように設計された。騒音計はマイクロホンが捉えた音圧をこのA特性(聴感補正とも呼ばれる)を通すことにより人が感じる音の大きさの近似値を求めている。なお、図5に示すように、等ラウドネス曲線は音圧レベルが大きくなる程より平坦な特性となるため、A特性とは別に、中位の音の大きさに対してB特性、大きな音に対してC特性が用意され、昔の騒音計はそれらを切り替えながら測定を行っていたようだ。その後の研究によりA特性音圧レベルが人のうるささ感覚とも良い対応を示すことが確認された。現在の騒音計では、B特性はなくなり、C特性は音圧レベルの近似値を測定する際に用いられる。図6に、Z特性(平坦特性)、C特性、及びA特性を比較して示す。

1.5 時間重み付け特性(slow, fast)

音圧は縦波であるが、これを表示する場合にはわかりやすさのため横波として表される。図7に示すように、音圧波形を横波で表すと上下に振動する波形となり、音の大きさはその包絡に近い変化をするがこのままでは読取りができない。そこでこれを読み取り易くするためにレベルに変換する処理を行う。このとき用いられるのが時間重み付け特性で、人の耳の特性に近い早い変化をするのがF(fast)、遅い変化をするのがS(slow)である。航空機騒音の評価では騒音レベルの山の最大値が重要となるため、その読み取り易さを重視して時間重み付け特性はslowを用いる。

音圧波形を騒音レベルに変換する手順を以下に示す。(a)~(d)は図7に基本的に対応している。

- (a) 元の音圧波形
- (b) 音圧波形にA特性を掛ける(周波数重み付け)
- (c) 2乗する(プラス側だけにする)
- (d) 時定数回路に通して平滑化する
- (e) 対数変換して騒音レベルを得る

時間重み付け特性は、図8に示す抵抗とコンデンサが1個ずつ直列に連結された電気回路で表される。図8の下図に示すように、コンデンサの性質として、急に電圧が加わっても徐々にしか充電されない。逆に、急に電圧がゼロになっても蓄えられた電荷は徐々にしか放電されない。この性質によってこの回路を通すと音圧の2乗値の細かなリップルは平滑化されて滑らかに変化するレベル波形が得られることになる。この充電・放電の速さは $\tau = CR$ で表される時定数(単位s)で決まる。fastの時定数は0.125秒、slowの時定数は1秒である。

1.6 音圧波形と騒音レベルの関係

音圧波形と騒音レベル波形がどのような関係になっているかを、具体的な音の例で眺めてみる。

図9に間欠的な騒音の例として、カラスが一鳴きしたA特性音圧波形と騒音レベル波形を比較

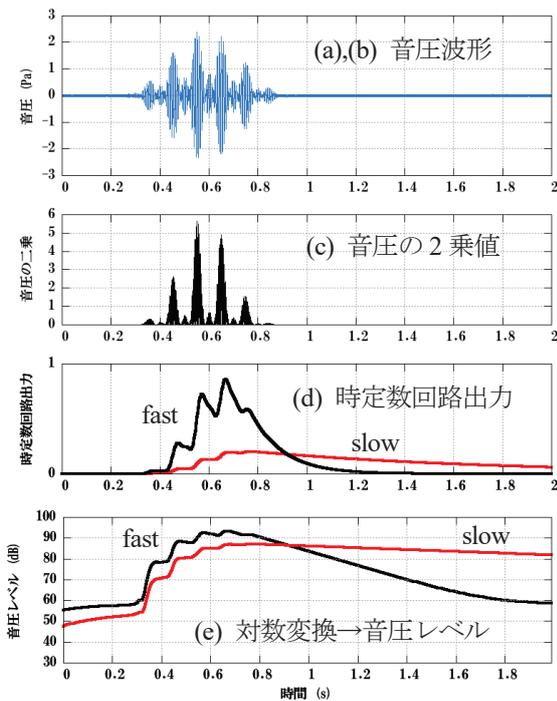


図7 音圧波形から音圧レベルを計算する流れ

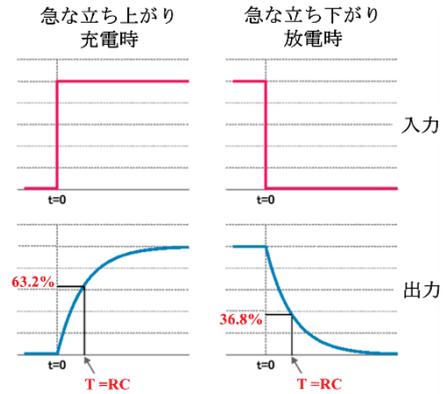
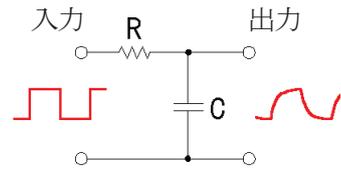


図8 時定数回路とコンデンサの充電と放電の特徴

する。なお、図9 (1)は表示時間区間を広げてslowの騒音レベル波形がfastよりも長く尾を引いている様子を示している。カラスの声は0.6秒程で終わってしまうが、slowの騒音レベルは10秒程度尾を引いている様子がわかる。図9 (2)はカラスの声を拡大したものである。slowに比べてfastの方が立ち上がりの時間が早い分、騒音レベルの最大値の値が大きくなっていることがわかる。

また、図10に航空機が直上を通過した際の騒音の例を示す。航空機騒音の場合は、航空機が遠方から接近して通過していくまで数十秒程度継続する。そのため騒音レベル波形はこのように滑らかな山形になる。この例では明確ではないが、fastの騒音レベル波形は細かな変動が多く、slowの方が騒音レベルの最大値を読みやすい。

図11(a)~(c)はこの航空機騒音に図9のカラスの声が重なった場合の騒音レベル波形である。カラスが近接で鳴いて航空機騒音と同等程度のレベルとなり航空機騒音の最大値付近に重なってしまう場合は、航空機騒音の評価ができなくなってしまうことがある。図11(a)はカラスの声が航空機騒音の最大値よりも明確に前にあり、妨害音として削除が可能な例である。図11(b)はカラスの声が航空機騒音の最大値付近にあり欠測となる例である。

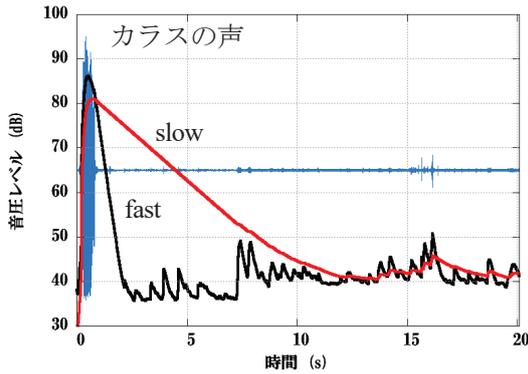


図9(1) カラスの声のA特性音圧波形と騒音レベル波形 (fast・slow)

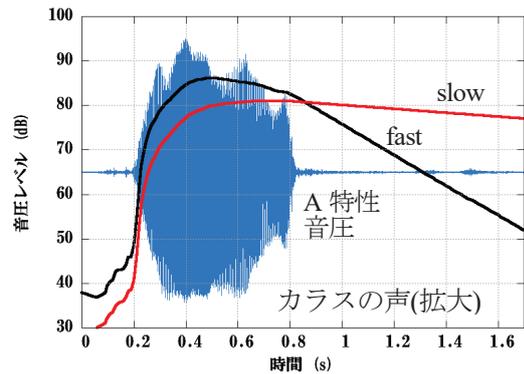


図9(2) カラスの声のA特性音圧波形と騒音レベル波形(拡大)

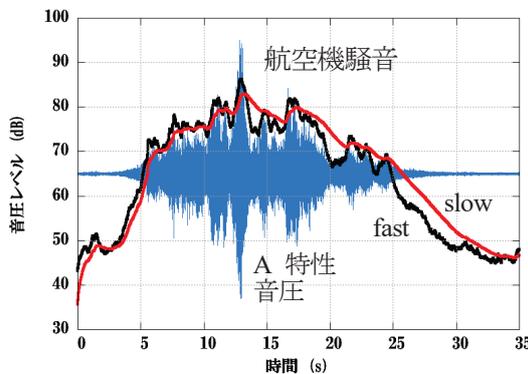


図10(1) 航空機騒音のA特性音圧波形と騒音レベル波形(fast・slow)

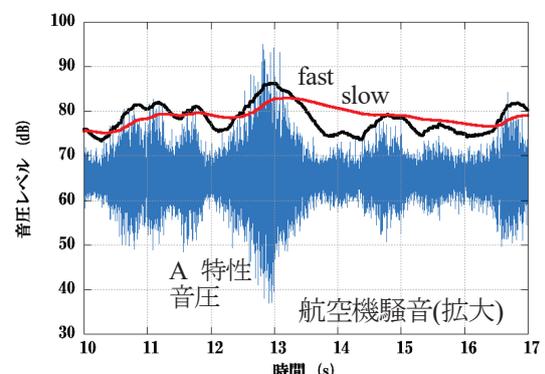


図10(2) 航空機騒音のA特性音圧波形と騒音レベル波形(最大値付近拡大)

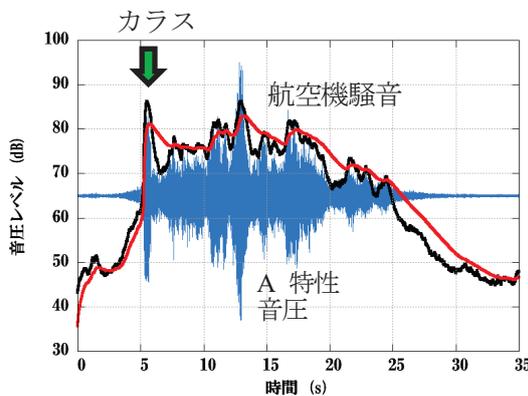


図11(a) 航空機騒音とカラスの声が最大値とずれて重なった場合

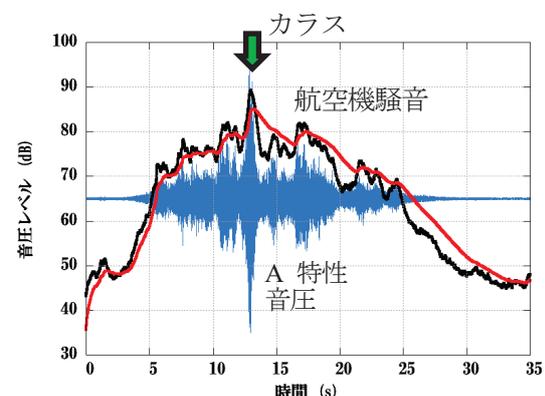


図11(b) 航空機騒音とカラスの声が最大値付近で重なった場合

2. 単発騒音暴露レベル L_{AE} の計算

2.1 単発騒音暴露レベルの意味

単発騒音暴露レベル L_{AE} は次のように計算される。0.1 s以下のサンプリング間隔 Δt で測定された騒音レベルのデジタル記録から単発騒音の区間を抽出し、単発騒音暴露レベル L_{AE} を次式に

より算出する。ただし、単発騒音の区間は、騒音レベルが「 $L_{A,Smax} - 10$ 」dB以上の時間範囲とする。

$$L_{AE} = 10 \log_{10} \left(\frac{\Delta t}{T_0} \sum_k 10^{\frac{L_{A,S,k}}{10}} \right)$$

※ $L_{A,S,k}$ は騒音レベルのk番目のサンプル値、 T_0 は基準の時間(1 s)

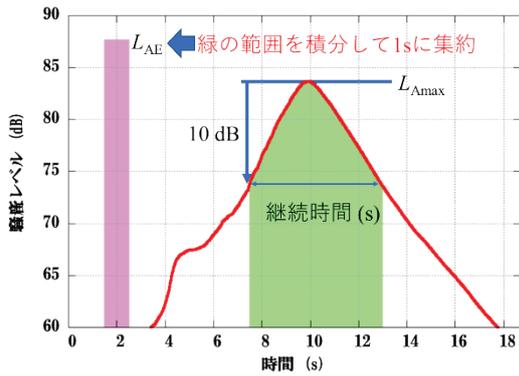


図12 単発騒音暴露レベル L_{AE} の意味

なお、航空機騒音測定・評価マニュアルでは、上記の L_{AE} の定義式通りに騒音レベルのサンプル値を連続記録する機能を持つ騒音計をI型騒音計と呼び、1秒間平均騒音レベル($L_{Aeq,1s}$)を連続記録するタイプの騒音計をII型騒音計と読んで区別している。実環境の暗騒音が存在する環境下では両者の処理の違いによって測定結果に違いが生じることがある。マニュアルでは、今後の設備更新時にI型を使用することを推奨している。

2.2 単発騒音暴露レベルの具体的な計算例

図13に単発騒音暴露レベル L_{AE} の具体的な計算例を示す。(a)は航空機騒音がSN良く測定された場合に $L_{A,Smax} - 10$ dBの範囲を緑で示したものである。この範囲を積分して求めた L_{AE} をピンクのバーで記入した。(b)は航空機騒音の最大値発生位置よりもかなり手前でカラスの声が重畳した例である。この場合、航空機騒音の最大値は正しく読み取れるため、カラスの声の発生部分を削除したうえで、改めて積分区間を設定して L_{AE} を計算する。一方、(c)は航空機騒音の最大値発生の直前にカラスの声が重畳してしまった例である。この場合は、航空機騒音の最大値が正しく読み取れないため、データは欠測として扱う。

3. 周波数分析

周波数分析は騒音の特徴を見る手段として非常に有効である。図14はある音圧波形(左下)とその周波数成分(右下)の関係を示したものである。どのような音圧波形でも、低い周波数から高い周波数までいくつかの周波数成分の単純な波形に分解でき、それらの重ね合わせで表される(フラン

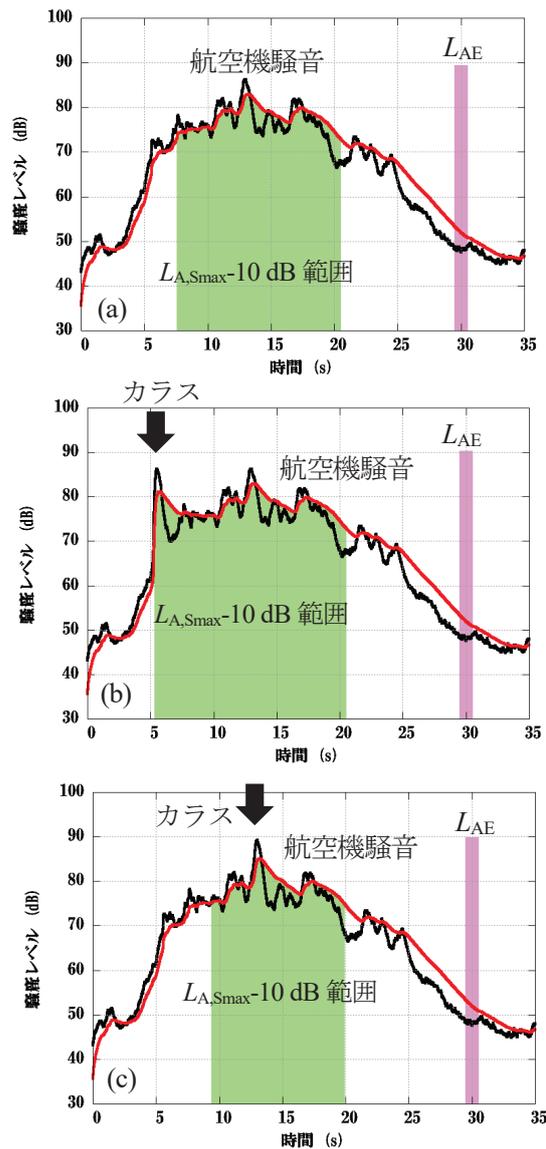


図13 L_{AE} の具体的な計算例

スの数学者フーリエによるフーリエ変換)。分解された周波数成分の大きさを、横軸を周波数としてプロットしたものが周波数分析である。このフーリエ変換を高速アルゴリズムで計算したFFT分析は狭帯域分析とも呼ばれ、周波数特性の細かな特徴を見るときに用いられる。図15の上段は女性の声をFFT分析した結果であるが、横軸をリニアで見ると、基本周波数(250 Hz)の整数倍の周波数成分が並ぶ声の特徴がよくわかる。ヘリコプタ騒音なども同じような特徴を持っている。一方、騒音測定で良く用いられるのは1/3octバンド分析(オクターブは倍の周波数、ピアノの鍵盤のドから次のドの幅)で、周波数成分の全体的な

特徴を掴むのに都合が良い。低い音が強い、高い音が強い、など人の感覚と対応が良い。図15下段は上段と同じ人の声を1/3octバンド分析した結果であるが、FFT分析とはかなり違った見え方であることがわかる。これらは分析の目的によって使い分けられる。

図16は、生活環境でよく耳にする音源の1/3octバンドレベルの周波数特性を示したものである。セミや小鳥の鳴き声は数kHzと高い周波数で狭い帯域に限定されることがわかる。また、救急車のサイレンは人の耳に付きやすい800 Hzと1 kHzの純音が交互に繰り返される音源を用いている。これらに対して、バイクや航空機騒音の周波数特性は広帯域でより低い周波数に音のエネルギーの主要成分があることがわかる。

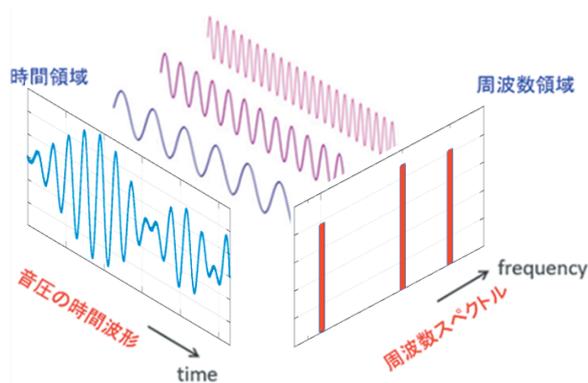


図14 音圧波形と周波数分析の関係

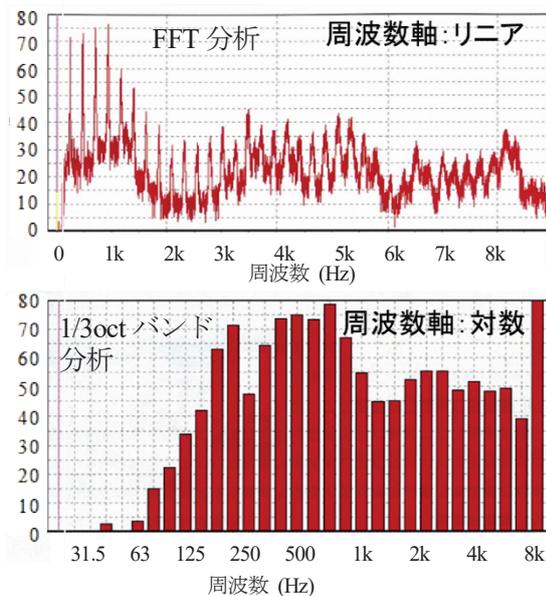


図15 人の声(あー)に対する二種類の周波数分析の例

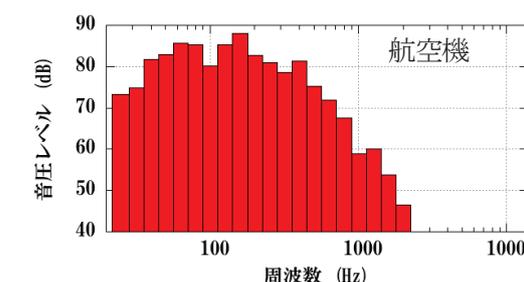
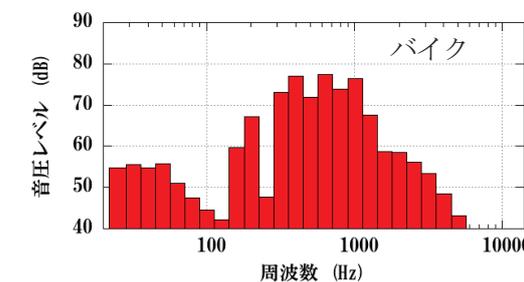
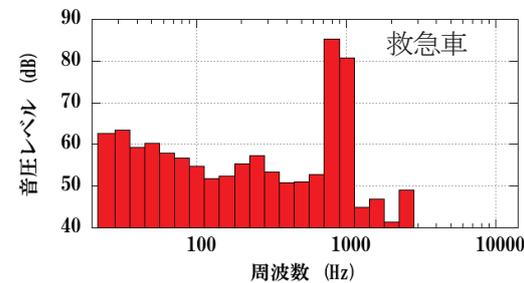
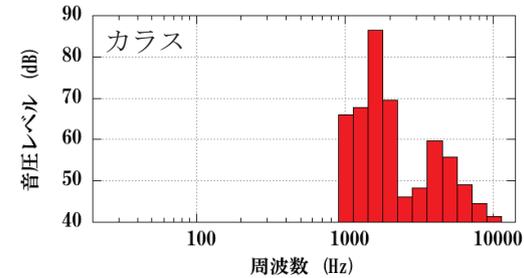
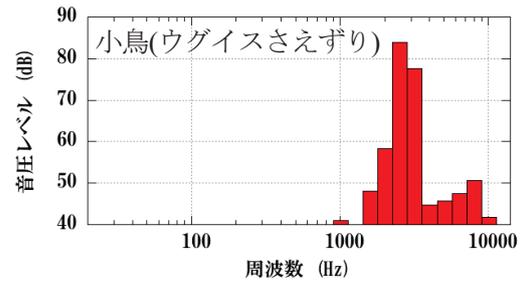
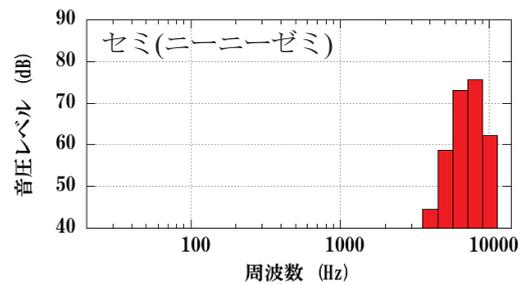


図16 様々な音の周波数特性の違い

4. 騒音測定で用いられるその他の機器

4.1 ウインドスクリーン

航空機騒音測定・評価マニュアルでは、風雑音の影響を低減するために、騒音計のマイクロホンには必ず全天候型のウインドスクリーンを装着することとなっている。騒音計を長時間連続稼働させるため、降雨の場合も想定し、全天候型のウインドスクリーンを装着する。

一般的に使用されている全天候型のウインドスクリーンを装着した際の風雑音は、風速10 m/sの定常的な風に対して騒音レベルで55~60 dB程度である。なお、騒音計に通常附属しているウインドスクリーンを装着した際は、同様の条件において65 dB程度である。



図17 ウインドスクリーンの使用例

4.2 音響校正器

マイクロホンも含めて騒音計が正常に動作することを音響的に確認するために、騒音計の取扱説明書に記載された形式の音響校正器を使用する。音響校正器はJIS C 1515のクラス1に適合するものを使用する。図18に音響校正器の現場での使用例を示す。

音響校正器の音の発生機構は、大きく分けてスピーカ方式とピストン方式の2種類がある⁴⁾。ピストン方式の音響校正器を、特にピストンホンと呼ぶ。スピーカ方式の音響校正器は、イヤホン型のスピーカによりカプラ内に音圧を発生させる。校正音は1 kHz、94 dBのものが多く、カプラ内のマイクロホンのぐらつきの影響を受けにくい

利点がある。ピストン方式(ピストンホン)は、内部に精密モータの軸に直結したカムとピストンが配置され、カムの回転に伴いピストンが上下運動をすることで一定音圧を発生させる。校正音は250 Hz、114 dB又は124 dBのものが多い。スピーカ方式と比べ温度・湿度の影響を受けにくい、気圧補正が必要となる。



図18 音響校正器の使用例

5. 測定精度確保のための検定と保守点検

5.1 騒音計の検定

航空機騒音の環境基準に準じた騒音測定は、計量法第71条の条件に合格した騒音計を用いて行うこととなっている。この条件を満たさない騒音計で測定した結果は、環境基準の基準値と比較した評価を行うことができない

騒音計は、計量法の「特定計量器」に指定されており、取引または証明に使用する騒音計は検定に合格し、有効期限内のものでなければならない。「検定に合格している」ことは、有効期間内の検定証印又は基準適合証印により確認できる(図19参照)。有効期限5年である。

騒音計の検定は、財団法人 日本品質保証機構(JQA)で行われており、検定に合格した騒音計には有効期限を記入した合格証(検定証印)が貼付される。また、計量法には、「指定製造事業者制度」が設けられている。優れた品質管理能力を有する製造業者については、その製造する騒音計に対し

検定検査規則の基準に基づく自主検査を行ない「基準適合証印」を付すことが許可される。基準適合証印が付された騒音計を購入した場合は、初回の検定を受けずに取引または証明に使用することができる。



図19 騒音計の裏面に付された検定証印

なお、騒音計に関する従来の規格は、JIS C 1502「普通騒音計」とJIS C 1505「精密騒音計」の二つの規格に分かれていたが、現行の規格は一つの規格JIS C 1509-1にまとめられており、精度の等級はクラス1（従来の精密騒音計に対応）とクラス2（従来の普通騒音計に対応）への分類に改められている。騒音計の性能は、クラスにより許容される信頼性の範囲が異なるが、基本的にはJIS C 1509-1の仕様に適合する騒音計である限りは必要な電気音響性能を保持している。

検定の技術基準は、特定計量器検定検査規則（以下「検則」という。）で規定されているが、検則が平成27年11月1日に改正された⁵⁾。これにより、この日以降に型式承認を受ける騒音計は、改正された検則（以下「改正検則」という。）に合格することとなる。ただし、改正検則には経過措置が設定されており、平成27年10月31日までに型式承認を受けた騒音計は平成29年10月31日までは製造可能である。改正前の検則により型式承認を受けた騒音計（旧型式騒音計）は、令和9年10月31日までは、改正前の検則の基準により検定に合格することが可能である。この期限の直前に検定に

合格した騒音計は、検定の有効期限は5年であるので、最長で令和14年10月31日まで使用可能である。それ以降については、旧型式騒音計は、改正後の検則の検定方法に基づき検定公差を満たせば引き続き検定に合格して使用することが可能である。

平成27年4月1日の改正以前の検則においては、音響校正器を用いて校正する場合は騒音計1台に対して1台の音響校正器を特定する必要があった。この問題を回避するために騒音計内部の（電気校正用）信号発生器を校正装置と見なすことが認められており、型式承認を受けている騒音計のほとんどはこの内部信号発生器を校正装置としていた。平成27年4月1日の検則改正により、校正は音響校正器を用いた音響校正のみが認められることとなり、騒音計の取扱説明書に当該騒音計に使用可能な音響校正器の型式を記載することが義務付けられた。したがって、平成27年10月31日以前に型式承認を受けた騒音計では電気信号に基づく内部校正により、平成27年11月1日以降に型式承認を受けた騒音計では取扱説明書に記載されている音響校正器に基づく音響校正により、レベル指示値を調整し、騒音計が正確な値を示していることを点検及び維持する必要がある。

5.2 音響校正器の検定

JIS C 1515:2020 では、音響校正器が発生する音圧レベルの設計目標値に対する受容限度値をクラス1で ± 0.25 dB、クラス2で ± 0.4 dBと規定している。

音響校正器は、測定現場における騒音計の動作確認に使用するとともに、平成27年11月1日以降に型式承認を受けた騒音計に対しては、レベル指示値の調整の基準となる。

ISO 1996-2 においては、一年に一度、音響校正器を校正することが推奨されている。しかし、日本においては、3年以内であれば大きな器差は生じていないという校正実施時の器差の実績があることを踏まえ、JIS Z 8731:2019⁶⁾では、3年を超えない周期で校正されているものを使用すると規定されている。

音響校正器の校正は、通常、製造事業者等で

うものであり、使用者が独自に行うことはできない。また、校正に使用するマイクロホンの標準器は、国家計量標準にトレーサビリティが確保できる計量器であるべきであり、国家計量標準にトレーサビリティが確保できる標準器による校正は、以下の二つの場合が考えられる。

- ① JCSS登録事業者またはそれと同等とみなせる海外の登録事業者による校正であること。
- ② 国家計量標準にトレーサビリティが確保できる標準器を所有する製造事業者による校正であること。

5.3 データ信頼性確保のための騒音計の取り扱い

この節では測定データの信頼生成確保のための騒音計の動作確認について、短期測定を行う場合を想定して述べる。

まず、測定に先立って室内の環境の安定した場所で、音響校正器を用いた騒音計のレベル指示の点検を行う。その値と騒音計の取扱説明書に記載されている値との差が±0.7 dB以上であった場合には、その騒音計は故障している可能性があるため測定に使用しない。必要に応じて、製造事業者において点検調整(場合によっては修理)を行う。

測定開始時と終了時にも、音響校正器による確

認を行う。その値と騒音計の取扱説明書に記載されている値との差が±0.7 dB以上ある場合は、使用を中止し、予備の騒音計に交換する。仮に、その状態で測定を継続しなければならない場合は、測定評価マニュアルに従って、測定結果は「参考」とする。

騒音計の故障を判断するための±0.7 dBの根拠を以下に示す。騒音計の校正値に差を生じる要因としては大きく分けて3つある。①環境による要因、②経年変化による要因、③音響校正器の精度に関する要因、である。図18に、騒音計が表示すべき値と実際に表示する値に差異を生じる三つの要因を整理して示す。

環境による要因⁷⁾は、温度の影響、湿度の影響、気圧の影響の3つに分けられる。温度の影響はエレクトレットコンデンサマイクの感度変化に起因し、使用環境における温度差が20℃以内であれば感度変化は精密騒音計で0.2 dB程度、普通騒音計で0.3 dB程度である。湿度に対しては、精密騒音計、普通騒音計のマイクロホンで共に0.1 dB以内である。通常気圧の変化は感度に換算して0.2~0.3 dB程度である。これらの環境要因を総合すると0.3~0.4 dB程度となる。

経年変化の要因は、主に騒音計のコンデンサマ

校正値に差を生じる要因		各要因によるマイクロホンの感度変化	環境要因合計	環境, 経年変化	三要因の総合
①環境による要因	温度	使用温度範囲内において 精密騒音計で0.2 dB 程度 普通騒音計で0.3 dB 程度	0.3~0.4 dB 程度	0.4~0.5 dB 程度	0.6 dB 程度
	湿度	使用温度範囲内において 精密, 普通騒音計ともに0.1 dB 以内			
	気圧	気圧変化の影響を感度変化に換算 0.2~0.3 dB 程度			
②経年変化		エレクトレット電荷の低下と振動膜の状態変化を合わせて 0.2~0.3 dB 程度			
③音響校正器の精度		温度, 湿度, 静圧などの環境による特性があり、実質的なばらつきは 0.1~0.2 dB 程度			

図18 騒音計が表示すべき値と実際に表示する値に差異を生じる三つの要因

マイクロホンに起因する。エレクトレット電荷の低下によるマイクロホンの感度変化は徐々に低下する傾向がある。一方、振動膜の張力変化については感度の上下変化の一定の傾向はないといえる。経年変化の要因を総合すると0.2~0.3 dB程度となる。

最後に、音響校正器の精度による要因については、温度、湿度、静圧などの環境による特性があり、実質的なばらつきは0.1~0.2 dB程度と見積もられる。

騒音計の校正値に差を生ずる三つの要因を勘案すると、騒音計と音響校正器を合わせた総合的なばらつき0.6 dB程度以内であれば正常なばらつきの範囲ということになる。このことから、騒音計が表示すべき値と実際に表示する値の差が異常かどうかを判断するための目安を ± 0.7 dB以上と考える。測定評価マニュアルによると、もし騒音計が表示した値が音響校正器と ± 0.7 dB以上の差がある状態で測定を行った場合であって、短期測定期間において、測定期間中の20%以上に相当する日数が参考の場合、その短期測定期間の L_{den} は参考とする。

5.4 騒音計と音響校正器の日常的な管理

測定データの信頼性を確保するためには、測定期間中だけではなく、騒音計と音響校正器の日常的な管理が重要である。具体的には、定期的に騒音計の内部校正信号と音響校正器の表示値の差をチェックすることが基本となる。この差が ± 0.7 dB未満であるかを確認する。このような騒音計の定期的な点検は、少なくとも年に1回以上行う。なお、音響校正器が複数台ある場合は、器差を考慮して、代表する一台(基準器)を決めて毎回同じもので行う。その音響校正器は定期的に校正されているものを用いる。騒音計の定期的な点検結果の推移を把握することで、マイクロホン感度変化(-0.1 dB/年程度)を判断できる。それ以上の急激な変化があれば故障の可能性があるため、それまでの使用過程と照らし合わせて故障の原因を考察することが必要である。図19にその例を示す。

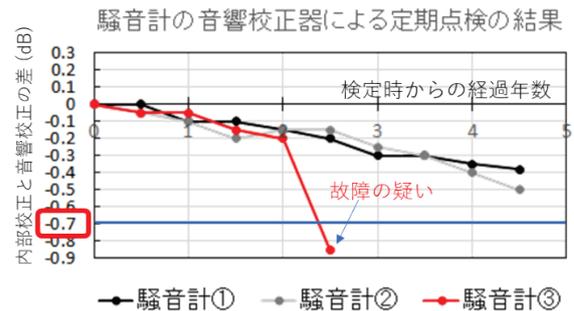


図19 騒音計の定期点検の結果の一例

6. おわりに

本稿では、騒音測定の基本となる騒音計の基本構造やマイクロホンで捉えられた音をどのように騒音レベルに変換されるのかを具体的な騒音に対する試算例とともに解説した。また、騒音計で計測される騒音レベルの値を校正するための音響校正器について解説するとともに、測定データの信頼性を担保するための騒音計や音響校正器の検定、測定時を含む計測器の日常的な管理についても述べた。

参考文献

- 1) 航空機騒音に係る環境基準について、改正 平成19年環告114 (2007)
<https://www.env.go.jp/kijun/oto2.html>
- 2) 環境省、航空機騒音測定・評価マニュアル 令和2年3月 (2020)
- 3) JIS C 1509-1 電気音響-サウンドレベルメータ(騒音計)第1部:仕様 (2017)
- 4) 森川、音響計測とキャリブレーション 日本音響学会誌76巻6号 pp.351-356 (2020)
- 5) 大屋、騒音計・振動レベル計に関する計量法の検則改正の解説 騒音制御 Vol.39 No. pp.176-181 (2015)
- 6) JIS Z 8731:2019 環境騒音の表示・測定方法 日本規格協会 発行
- 7) 瀧浪、騒音計の性能に影響を与える様々な要因 騒音制御 Vol.29 No.5 pp.323-338 (2005)